

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 8月30日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-252986

[ST.10/C]:

[JP 2002-252986]

出 願 人

Applicant(s):

コニカ株式会社

2003年 5月 9日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3034728

【書類名】 特許願

【整理番号】 DTM00917

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G03B 27/58
F16C 13/00

【発明者】

【住所又は居所】 東京都八王子市石川町 2 9 7 0 番地 コニカ株式会社内

【氏名】 池中 清乃

【発明者】

【住所又は居所】 東京都八王子市石川町 2 9 7 0 番地 コニカ株式会社内

【氏名】 三森 満

【特許出願人】

【識別番号】 000001270

【氏名又は名称】 コニカ株式会社

【代理人】

【識別番号】 100107272

【弁理士】

【氏名又は名称】 田村 敬二郎

【選任した代理人】

【識別番号】 100109140

【弁理士】

【氏名又は名称】 小林 研一

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 052526

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0101340

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光ピックアップ装置及び光ピックアップ装置の集光光学系

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 波長 λ_1 ($380\text{ nm} < \lambda_1 < 450\text{ nm}$) の第 1 光源と、波長 λ_2 ($600\text{ nm} < \lambda_2 < 700\text{ nm}$) の第 2 光源と、集光光学系とを有し、前記集光光学系が、回折構造を有する集光光学素子と、前記第 1 光源及び／又は前記第 2 光源と前記集光光学素子との間に配置された補正素子とを備え、前記集光光学系が、前記第 1 光源からの光束を、厚さ t_1 の保護層を介して第 1 光情報記録媒体の情報記録面に集光させることによって、情報の記録及び／又は再生を行うことが可能となっており、且つ前記第 2 光源からの光束を、厚さ t_2 の保護層を介して第 2 光情報記録媒体の情報記録面に集光させることによって、情報の記録及び／又は再生を行うことが可能となっている光ピックアップ装置において、

前記第 1 光源からの光束が前記集光光学素子の回折構造を通過することにより発生する N 次回折光を用いて、前記第 1 光情報記録媒体の情報記録面に第 1 スポットが形成され、前記第 2 光源からの光束が前記集光光学素子の回折構造を通過することにより発生する M ($M \neq N$) 次回折光を用いて、前記第 2 光情報記録媒体の情報記録面に第 2 スポットが形成され、

前記第 1 光情報記録媒体の情報記録面に形成された前記第 1 スポットにおいて前記第 1 光源の波長変化により劣化する球面収差と、温度変化により劣化する球面収差とが、情報の記録及び／又は再生に必要な範囲に抑えられ、

前記第 2 光情報記録媒体の情報記録面に形成された前記第 2 スポットにおいて、前記第 2 光源の波長変化により劣化する球面収差と、温度変化により劣化する球面収差とが、情報の記録及び／又は再生に必要な範囲に抑えられていることを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項 2】 前記第 1 光情報記録媒体の情報記録面に形成された前記第 1 スポットにおいて、光源の波長が変化した場合の、変化前の最良像面位置における、変化後の集光スポットの波面収差変化量が、情報の記録及び／又は再生に必要な範囲に抑えられ、

前記第 2 光情報記録媒体の情報記録面に形成された前記第 2 スポットにおいて、光源の波長が変化した場合の、変化前の最良像面位置における、変化後の集光スポットの波面収差変化量が、情報の記録及び／又は再生に必要な範囲に抑えられていることを特徴とする請求項 1 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 3】 前記第 1 光情報記録媒体の保護層の厚さ t_1 及び前記第 2 光情報記録媒体の保護層の厚さ t_2 は、それぞれ、

$$0.5\text{ mm} \leq t_1 \leq 0.7\text{ mm} \quad (1)$$

$$0.5\text{ mm} \leq t_2 \leq 0.7\text{ mm} \quad (2)$$

を満たすことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 4】 前記集光光学素子の少なくとも一つの光学面の一部における、前記第 1 光情報記録媒体と前記第 2 光情報記録媒体に対して情報の記録及び／又は再生を行う際に共通して光束が通過する領域に前記回折構造が設けられ、前記第 1 光源からの光束が通過したときに、 $3m$ (m は正の整数、以下同じ) 次回折光の回折効率が、発生する他の次数の回折光の回折効率より高くなり、前記第 2 光源からの光束が通過したときに、 $2m$ 次回折光の回折効率が、発生する他の次数の回折光の回折効率より高くなることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項 5】 前記集光光学素子の少なくとも一つの光学面の一部における、前記第 1 光情報記録媒体と前記第 2 光情報記録媒体に対して情報の記録及び／又は再生を行う際に共通して光束が通過する領域に前記回折構造が設けられ、前記第 1 光源からの光束が通過したときに、 $2n$ (n は正の整数、以下同じ) 次回折光の回折効率が、発生する他の次数の回折光の回折効率より高くなり、前記第 2 光源からの光束が通過したときに、 n 次回折光の回折効率が、発生する他の次数の回折光の回折効率より高くなることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項 6】 前記補正素子は、前記第 1 光源からの光束のみが通過する光路内、又は前記第 2 光源からの光束のみが通過する光路内に配置されていることを特徴とする請求項 4 又は 5 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 7】 前記補正素子は、前記第 2 光源からの光束のみが通過する光

路内に配置されており、前記第 1 情報記録媒体の情報記録面に形成される前記第 1 スポットにおける光源の波長が変化した場合の、変化前の最良像面位置における、変化後の集光スポットの波面収差変化量は、前記集光光学素子により情報の記録及び／又は再生に必要な範囲に抑えられており、前記第 2 情報記録媒体の情報記録面に形成される前記第 2 スポットにおける光源の波長が変化した場合の、変化前の最良像面位置における、変化後の集光スポットの波面収差変化量は、前記補正素子により情報の記録及び／又は再生に必要な範囲に抑えられていることを特徴とする請求項 6 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 8】 前記集光光学素子に設けられた回折構造のうち、前記第 1 光情報記録媒体と前記第 2 光情報記録媒体に対して情報の記録及び／又は再生を行う際に共通して光束が通過する領域に存在する回折輪帯の数 N_1 は、

$$115 / (3m) \leq N_1 \leq 155 / (3m) \quad (3)$$

(但し、 $3m$ は、波長 λ_1 の光束における回折効率が、発生する他の次数の回折光の回折効率より高い次数)

を満たすことを特徴とする請求項 7 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 9】 前記補正素子は、少なくとも一つの光学面に回折構造を有し、前記補正素子の回折構造における回折輪帯数 N_2 は、前記補正素子により生じる波長 λ_2 の回折光のうち、最大の回折効率をとる回折次数を k としたときに、

$$15 / k \leq N_2 \leq 45 / k \quad (4)$$

を満たすことを特徴とする請求項 7 又は 8 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 10】 前記補正素子の回折構造の回折パワーは正であることを特徴とする請求項 6 乃至 9 のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項 11】 前記補正素子は、前記第 1 光源からの光束のみが通過する光路内に配置されており、前記第 1 情報記録媒体の情報記録面に形成される前記第 1 スポットにおける光源の波長が変化した場合の、変化前の最良像面位置における、変化後の集光スポットの波面収差変化量は、前記補正素子により情報の記録及び／又は再生に必要な範囲に抑えられており、前記第 2 情報記録媒体の情報記録面に形成される前記第 2 スポットにおける光源の波長が変化した場合の、変化前の最良像面位置における、変化後の集光スポットの波面収差変化量は、前記

集光光学素子により情報の記録及び／又は再生に必要な範囲に抑えられていることを特徴とする請求項 6 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 1 2】 前記集光光学素子に設けられた回折構造のうち、前記第 1 光情報記録媒体と前記第 2 光情報記録媒体に対して情報の記録及び／又は再生を行う際に共通して光束が通過する領域に存在する回折輪帯の数 N_1 は、

$$4.5 / (3m) \leq N_1 \leq 6.5 / (3m) \quad (5)$$

(但し、 $3m$ は、波長 λ_1 の光束における回折効率が、発生する他の次数の回折光の回折効率より高い次数)

を満たすことを特徴とする請求項 1 1 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 1 3】 前記補正素子は、少なくとも一つの光学面に回折構造を有し、前記補正素子の回折構造における回折輪帯数 N_2 は、前記補正素子により生じる波長 λ_1 の回折光のうち、最大の回折効率をとる回折次数を k としたときに、

$$30 / k \leq N_2 \leq 80 / k \quad (6)$$

を満たすことを特徴とする請求項 1 1 又は 1 2 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 1 4】 前記補正素子の回折構造の回折パワーは負であることを特徴とする請求項 1 1 乃至 1 3 のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項 1 5】 前記補正素子は、前記第 1 光源からの光束が通過する光路及び前記第 2 光源からの光束が通過する光路内に配置されていることを特徴とする請求項 6 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 1 6】 前記第 1 情報記録媒体の情報記録面に形成される前記第 1 スポット及び前記第 2 情報記録媒体の情報記録面に形成される前記第 2 スポットにおける光源の波長が変化した場合の、変化前の最良像面位置における、変化後の集光スポットの波面収差変化量は、前記集光光学素子により情報の記録及び／又は再生に必要な範囲に抑えられており、前記第 1 情報記録媒体の情報記録面に形成される前記第 1 スポット及び前記第 2 情報記録媒体の情報記録面に形成される前記第 2 スポットの温度変化により劣化する球面収差は、前記補正素子により情報の記録及び／又は再生に必要な範囲に抑えられていることを特徴とする請求項 1 5 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 1 7】 前記第 1 光源からの光束に関する前記集光光学素子の焦点距離 f_1 は、

$$1.8 \text{ mm} \leq f_1 \leq 3.0 \text{ mm} \quad (7)$$

を満たすことを特徴とする請求項 1 乃至 1 6 のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項 1 8】 前記集光光学素子と前記補正素子とを組み合わせた光学系の倍率 m は、

$$3 \leq m \leq 10 \quad (8)$$

を満たすことを特徴とする請求項 1 乃至 1 7 のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項 1 9】 前記光源波長の変動により劣化する球面収差を情報の記録及び／又は再生に必要な範囲に抑えるとは、光源波長 λ が 10 nm 増大したときに、波面収差の球面収差変化量を $0.07 \lambda \text{ rms}$ 以下に抑えることであることを特徴とする請求項 1 乃至 1 8 のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項 2 0】 光源の波長が変化した場合の、変化前の最良像面位置における、変化後の集光スポットの波面収差変化量を、情報の記録及び／又は再生に必要な範囲に抑えるとは、光源波長 λ が 1 nm 変動したときに、変化前の最良像面位置において波面収差を $0.02 \lambda \text{ rms}$ 以下に抑えることであることを特徴とする請求項 1 乃至 1 9 のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項 2 1】 前記温度変化により劣化する球面収差を情報の記録及び／又は再生に必要な範囲に抑えるとは、温度が 30℃ 増大したときに、波面収差の球面収差変化量を $0.04 \lambda \text{ rms}$ 以下に抑えることであることを特徴とする請求項 1 乃至 2 0 のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項 2 2】 前記第 1 光情報記録媒体に対して情報を記録及び／または再生するのに必要な前記集光光学素子の像側開口数を NA_1 としたときに、

$$0.63 \leq NA_1 \leq 0.67 \quad (9)$$

を満たすことを特徴とする請求項 1 乃至 2 1 のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項 2 3】 前記第 2 光情報記録媒体に対して情報を記録及び／または

再生するのに必要な前記集光光学素子の像側開口数を NA_2 としたときに、

$$0.63 \leq NA_2 \leq 0.67 \quad (10)$$

を満たすことを特徴とする請求項 1 乃至 22 のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項 24】 前記第 1 光源における温度に対する波長の変動 $\Delta \lambda_1 / \Delta T$ は、

$$0.03 \text{ nm} \leq \Delta \lambda_1 / \Delta T \leq 0.1 \text{ nm} \quad (11)$$

を満たすことを特徴とする請求項 1 乃至 23 のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項 25】 前記第 2 光源における温度に対する波長の変動 $\Delta \lambda_2 / \Delta T$ は、

$$0.15 \text{ nm} \leq \Delta \lambda_2 / \Delta T \leq 0.25 \text{ nm} \quad (12)$$

を満たすことを特徴とする請求項 1 乃至 24 のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項 26】 波長 λ_3 ($750 \text{ nm} < \lambda_3 < 800 \text{ nm}$) の第 3 光源を有し、前記集光光学系は、前記第 3 光源からの発散光束を、厚さ t_3 の保護層を介して第 3 光情報記録媒体の情報記録面に集光させることによって、情報の記録及び／又は再生を行うことが可能となっていることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項 27】 波長 λ_3 ($750 \text{ nm} < \lambda_3 < 800 \text{ nm}$) の第 3 光源を有し、前記集光光学系は、前記第 3 光源からの発散光束を、厚さ t_3 の保護層を介して第 3 光情報記録媒体の情報記録面に集光させることによって、情報の記録及び／又は再生を行うことが可能となっており、前記第 3 光源からの光束が通過したときに、 $m/2$ 次（但し $m/2$ は整数）回折光の回折効率が、発生する他の次数の回折光の回折効率より高くなることを特徴とする請求項 4, 6 乃至 14 のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項 28】 波長 λ_3 ($750 \text{ nm} < \lambda_3 < 800 \text{ nm}$) の第 3 光源を有し、前記集光光学系は、前記第 3 光源からの発散光束を、厚さ t_3 の保護層を介して第 3 光情報記録媒体の情報記録面に集光させることによって、情報の記録

及び／又は再生を行うことが可能となっており、前記第 3 光源からの光束が通過したときに、 n 次回折光の回折効率が、発生する他の次数の回折光の回折効率より高くなることを特徴とする請求項 5 又は 15 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 29】 前記第 3 光源からの光束のみが通過する光路内に、前記第 3 光源からの光束の発散角又は収束角を変更するカップリングレンズを有することを特徴とする請求項 26 乃至 28 のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項 30】 波長 λ_1 ($380\text{ nm} < \lambda_1 < 450\text{ nm}$) の第 1 光源と、集光光学系とを有し、前記集光光学系が、回折構造を有する集光光学素子と、前記第 1 光源と前記集光光学素子との間に配置された補正素子とを備え、前記集光光学系が、前記第 1 光源からの光束を、厚さ t_1 の保護層を介して第 1 光情報記録媒体の情報記録面に集光させることによって、情報の記録及び／又は再生を行うことが可能となる光ピックアップ装置において、

前記第 1 光情報記録媒体の情報記録面に形成された前記第 1 スポットにおいて前記第 1 光源の波長変化により劣化する球面収差と、温度変化により劣化する球面収差とが、情報の記録及び／又は再生に必要な範囲に抑えられていることを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項 31】 前記集光光学素子は、前記第 1 光源からの光束を集光するための集光光学素子を含み、前記集光光学素子の少なくとも一つの光学面の一部には、回折構造が形成されており、前記第 1 光源からの光束が前記集光光学素子の回折構造を通過したときに回折効率が最大となる回折光の次数を K_{BOL} とし、前記集光光学素子の回折構造の輪帯数を n_{BOL} としたときに、

$$90 < n_{BOL} \cdot K_{BOL} < 130 \quad (13)$$

を満たすことを特徴とする請求項 30 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 32】 前記補正素子の少なくとも一つの光学面の一部には、回折構造が形成されており、前記第 1 光源からの光束が前記補正素子の回折構造を通過したときに回折効率が最大となる回折光の次数を K_{COL} とし、前記補正素子の回折構造の輪帯数を n_{COL} としたときに、

$$30 < n_{COL} \cdot K_{COL} < 130 \quad (14)$$

を満たすことを特徴とする請求項 30 又は 31 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 3 3】 前記第 1 光情報記録媒体の情報記録面に形成された前記第 1 スポットにおいて、光源の波長が変化した場合の、変化前の最良像面位置における、変化後の集光スポットの波面収差変化量が、情報の記録及び／又は再生に必要な範囲に抑えられていることを特徴とする請求項 3 0 乃至 3 2 のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項 3 4】 前記第 1 光情報記録媒体の保護層の厚さ t_1 は、

$$0.5 \text{ mm} \leq t_1 \leq 0.7 \text{ mm} \quad (15)$$

を満たすことを特徴とする請求項 3 0 乃至 3 3 のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項 3 5】 前記第 1 光源からの光束に関する前記集光光学素子の焦点距離 f_1 は、

$$1.8 \text{ mm} \leq f_1 \leq 3.0 \text{ mm} \quad (16)$$

を満たすことを特徴とする請求項 3 0 乃至 3 4 のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項 3 6】 前記集光光学素子と前記補正素子とを組み合わせた光学系の倍率 m は、

$$3 \leq m \leq 10 \quad (17)$$

を満たすことを特徴とする請求項 3 0 乃至 3 5 のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項 3 7】 前記光源波長の変動により劣化する球面収差を情報の記録及び／又は再生に必要な範囲に抑えるとは、光源波長 λ が 10 nm 増大したときに、波面収差の球面収差変化量を $0.07 \lambda \text{ rms}$ 以下に抑えることであることを特徴とする請求項 3 0 乃至 3 6 のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項 3 8】 光源の波長が変化した場合の、変化前の最良像面位置における、変化後の集光スポットの波面収差変化量を、情報の記録及び／又は再生に必要な範囲に抑えるとは、光源波長 λ が 1 nm 変動したときに、変化前の最良像面位置において波面収差を $0.02 \lambda \text{ rms}$ 以下に抑えることであることを特徴とする請求項 3 0 乃至 3 7 のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項 3 9】 前記温度変化により劣化する球面収差を情報の記録及び／

又は再生に必要な範囲に抑えるとは、温度が 30°C 増大したときに、波面収差の球面収差変化量を $0.04\lambda\text{rms}$ 以下に抑えることであることを特徴とする請求項 30 乃至 38 のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項 40】 前記第 1 光情報記録媒体に対して情報を記録及び／または再生するのに必要な前記集光光学素子の像側開口数を $\text{NA}1$ としたときに、

$$0.63 \leq \text{NA}1 \leq 0.67 \quad (18)$$

を満たすことを特徴とする請求項 30 乃至 39 のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項 41】 前記第 1 光源における温度に対する波長の変動 $\Delta\lambda 1 / \Delta T$ は、

$$0.03\text{nm} \leq \Delta\lambda 1 / \Delta T \leq 0.1\text{nm} \quad (19)$$

を満たすことを特徴とする請求項 30 乃至 40 のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光ピックアップ装置及びそれに用いる集光光学系に関し、特に、青色レーザー及びそれ以外のレーザーを用いて情報の記録及び／又は再生が可能な光ピックアップ装置及びそれに用いる集光光学系に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、短波長赤色半導体レーザーの実用化に伴い、従来の光ディスク（光情報記録媒体ともいう）である、CD（コンパクトディスク）と同程度の大きさで大容量化させた高密度の光ディスクであるDVD（デジタルバーサタイルディスク）が開発・製品化されているが、近い将来には、より高密度な次世代の光ディスクが登場することが予想される。このような次世代の光ディスクを媒体とした光情報記録再生装置（光ピックアップ装置ともいう）の集光光学系では、記録信号の高密度化を図るため、或いは高密度記録信号を再生するため、対物レンズを介して情報記録面上に集光するスポットの径を小さくすることが要求される。そのた

めには、光源であるレーザの短波長化や対物レンズの高開口数化が必要となる。短波長レーザ光源としてその実用化が期待されているのは、波長400nm程度の青紫色半導体レーザである。

【0003】

このような波長400nm程度の青紫色半導体レーザを用いて、情報の記録／再生を行える高密度光ディスクシステムの研究・開発が進んでいる。一例として、NA0.85、光源波長405nmの仕様で情報記録／再生を行う光ディスク（以下、本明細書ではかかる光ディスクを「高密度DVD」と呼ぶ）では、DVD（NA0.6、光源波長650nm、記憶容量4.7GB）と同じ大きさである直径12cmの光ディスクに対して、1面あたり20～30GBの情報の記録が可能である。

【0004】

ここで、かかる高密度DVD用の光ピックアップ装置において、高NAの対物レンズをプラスチックレンズとした場合、温度変化に伴う屈折率変化により発生する球面収差が問題となる。かかる問題は、温度変化に伴う屈折率変化において、プラスチックレンズがガラスレンズに比べて2桁程度大きいことに起因して発生する。この温度収差は、NAの4乗に比例するので、高密度DVDに用いられるNA0.85の対物レンズをプラスチックレンズとした場合には、使用可能な温度範囲が非常に狭くなってしまうので、実使用上問題となる。又、半導体レーザは、モードホップと呼ばれる波長変動現象を本来的に引き起こすため、モードホップが生じても情報記録面上の集光スポットにおける収差を抑制する必要がある。加えて、一般に半導体レーザは、発信波長の個体間バラツキがあるが、ある程度バラツキのある半導体レーザと対物レンズの組み合わせでも、情報の記録／再生を可能とする程度に適切な集光スポットを形成する必要がある。そのためには、何らかの手法によって、光源波長変動によって生じる球面収差を抑制しなくてはならない。

【0005】

更に、このように高密度DVDに対して適切に情報を記録／再生できるというだけでは、光ピックアップ装置の製品としての価値は十分なものとはいえない。

現在において、多種多様な情報を記録したDVDが販売されている現実をふまえると、高密度DVDに対して適切に情報を記録／再生できるだけではならず、例えばユーザーが所有している従来のDVDに対しても同様に適切に情報を記録／再生できるようにすることが、互換タイプの光ピックアップ装置として製品の価値を高めることに通じるのである。このような背景から、互換タイプの光ピックアップ装置に用いる集光光学系は、高密度DVDに対して情報を記録／再生する際にその情報記録面に形成された集光スポットにおいて、温度変化に起因した収差劣化、波長変動に起因した収差劣化、及びモードホップ時に生じる波面収差（又は色収差）を全て適正に抑える必要があると共に、従来のDVDに対して情報を記録／再生する際にその情報記録面に形成された集光スポットにおいて、温度変化に起因した収差劣化、波長変動に起因した収差劣化、及びモードホップ時に生じる波面収差（又は色収差）を全て適正に抑える必要があるといえる。しかるに、このような複数の収差条件を単一の集光光学系で満足させることは極めて困難といえる。しかしながら、青紫色レーザ光と従来のレーザ光とをそれぞれ別個に集光するために、個々に対物レンズを含む集光光学系を2つ設けると、光ピックアップ装置の大型化を招き、又コストも増大するという問題がある。

【0006】

本発明は、かかる問題点に鑑みて成されたものであり、コンパクトな構成を有しながらも、高密度DVDに対して、或いは高密度DVDと従来のDVDの双方に対して適切に情報の記録及び／再生を行える光ピックアップ装置及び、それに用いることのできる集光光学系を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】

請求項1に記載の光ピックアップ装置は、波長 λ_1 ($380\text{ nm} < \lambda_1 < 450\text{ nm}$) の第1光源と、波長 λ_2 ($600\text{ nm} < \lambda_2 < 700\text{ nm}$) の第2光源と、集光光学系とを有し、前記集光光学系が、回折構造を有する集光光学素子と、前記第1光源及び／又は前記第2光源と前記集光光学素子との間に配置された補正素子とを備え、前記集光光学系が、前記第1光源からの光束を、厚さ t_1 の保護層を介して第1光情報記録媒体の情報記録面に集光させることによって、情

報の記録及び／又は再生を行うことが可能となっており、且つ前記第 2 光源からの光束を、厚さ t_2 の保護層を介して第 2 光情報記録媒体の情報記録面に集光させることによって、情報の記録及び／又は再生を行うことが可能となっている光ピックアップ装置において、前記第 1 光源からの光束が前記集光光学素子の回折構造を通過することにより発生する N 次回折光を用いて、前記第 1 光情報記録媒体の情報記録面に第 1 スポットが形成され、前記第 2 光源からの光束が前記集光光学素子の回折構造を通過することにより発生する M ($M \neq N$) 次回折光を用いて、前記第 2 光情報記録媒体の情報記録面に第 2 スポットが形成され、前記第 1 光情報記録媒体の情報記録面に形成された前記第 1 スポットにおいて前記第 1 光源の波長変化により劣化する球面収差と、温度変化により劣化する球面収差とが、情報の記録及び／又は再生に必要な範囲に抑えられ、前記第 2 光情報記録媒体の情報記録面に形成された前記第 2 スポットにおいて、前記第 2 光源の波長変化により劣化する球面収差と、温度変化により劣化する球面収差とが、情報の記録及び／又は再生に必要な範囲に抑えられているものである。すなわち、前記集光光学素子単体のみでは、波長 λ_1 の光源からの光束と、波長 λ_2 の光源からの光束の双方に対して、各条件において収差劣化のない集光スポットを形成することが困難という実情に鑑み、本発明では、前記集光光学素子の回折構造と、前記補正素子とを用いて、各収差劣化をバランス良く抑えることで、例えば高密度 DVD と従来の DVD の双方に対して適切に情報の記録及び／再生を行うようにしているのである。尚、後述するように、前記補正素子は、前記第 1 光源からの光束のみを通過させる場合と、前記第 1 光源からの光束のみを通過させる場合と、双方の光源からの光束を通過させる場合とが存在する。

【 0 0 0 8 】

請求項 2 に記載の光ピックアップ装置は、前記第 1 光情報記録媒体の情報記録面に形成された前記第 1 スポットにおいて、光源の波長が変化した場合の、変化前の最良像面位置（集光スポットの波面収差が最小になる像面位置のこと、ベストデフォーカス位置ともいう）における、変化後の集光スポットの波面収差変化量が、情報の記録及び／又は再生に必要な範囲に抑えられ、前記第 2 光情報記録媒体の情報記録面に形成された前記第 2 スポットにおいて、光源の波長が変化し

た場合の、変化前の最良像面位置における、変化後の集光スポットの波面収差変化量が、情報の記録及び／又は再生に必要な範囲に抑えられているので、例えば高密度DVDと従来のDVDの双方に対して適切に情報の記録及び／再生を行うことができる。

【 0 0 0 9 】

請求項3に記載の光ピックアップ装置は、前記第1光情報記録媒体の保護層の厚さ t_1 及び前記第2光情報記録媒体の保護層の厚さ t_2 は、それぞれ、

$$0.5\text{ mm} \leq t_1 \leq 0.7\text{ mm} \quad (1)$$

$$0.5\text{ mm} \leq t_2 \leq 0.7\text{ mm} \quad (2)$$

を満たすと好ましい。

【 0 0 1 0 】

請求項4に記載の光ピックアップ装置は、前記集光光学素子の少なくとも一つの光学面の一部における、前記第1光情報記録媒体と前記第2光情報記録媒体に対して情報の記録及び／又は再生を行う際に共通して光束が通過する領域に前記回折構造が設けられ、前記第1光源からの光束が通過したときに、 $3m$ (m は正の整数、以下同じ)次回折光の回折効率が、発生する他の次数の回折光の回折効率より高くなり、前記第2光源からの光束が通過したときに、 $2m$ 次回折光の回折効率が、発生する他の次数の回折光の回折効率より高くなると好ましい。

【 0 0 1 1 】

請求項5に記載の光ピックアップ装置は、前記集光光学素子の少なくとも一つの光学面の一部における、前記第1光情報記録媒体と前記第2光情報記録媒体に対して情報の記録及び／又は再生を行う際に共通して光束が通過する領域に前記回折構造が設けられ、前記第1光源からの光束が通過したときに、 $2n$ (n は正の整数、以下同じ)次回折光の回折効率が、発生する他の次数の回折光の回折効率より高くなり、前記第2光源からの光束が通過したときに、 n 次回折光の回折効率が、発生する他の次数の回折光の回折効率より高くなると好ましい。

【 0 0 1 2 】

請求項6に記載の光ピックアップ装置は、前記補正素子は、前記第1光源からの光束のみが通過する光路内、又は前記第2光源からの光束のみが通過する光路

内に配置されていると好ましい。

【 0 0 1 3 】

請求項 7 に記載の光ピックアップ装置は、前記補正素子は、前記第 2 光源からの光束のみが通過する光路内に配置されており、前記第 1 情報記録媒体の情報記録面に形成される前記第 1 スポットにおける光源の波長が変化した場合の、変化前の最良像面位置における、変化後の集光スポットの波面収差変化量は、前記集光光学素子により情報の記録及び／又は再生に必要な範囲に抑えられており、前記第 2 情報記録媒体の情報記録面に形成される前記第 2 スポットにおける光源の波長が変化した場合の、変化前の最良像面位置における、変化後の集光スポットの波面収差変化量は、前記補正素子により情報の記録及び／又は再生に必要な範囲に抑えられていると好ましい。

【 0 0 1 4 】

請求項 8 に記載の光ピックアップ装置は、前記集光光学素子に設けられた回折構造のうち、前記第 1 光情報記録媒体と前記第 2 光情報記録媒体に対して情報の記録及び／又は再生を行う際に共通して光束が通過する領域に存在する回折輪帯の数 N_1 は、

$$1.15 / (3m) \leq N_1 \leq 1.55 / (3m) \quad (3)$$

(但し、 $3m$ は、波長 λ_1 の光束における回折効率が、発生する他の次数の回折光の回折効率より高い次数)

を満たすと好ましい。

【 0 0 1 5 】

請求項 9 に記載の光ピックアップ装置は、前記補正素子は、少なくとも一つの光学面に回折構造を有し、前記補正素子の回折構造における回折輪帯数 N_2 は、前記補正素子により生じる波長 λ_2 の回折光のうち、最大の回折効率をとる回折次数を k としたときに、

$$1.5 / k \leq N_2 \leq 4.5 / k \quad (4)$$

を満たすと好ましい。

【 0 0 1 6 】

請求項 10 に記載の光ピックアップ装置は、前記補正素子の回折構造の回折パ

ワーは正であると好ましい。

【 0 0 1 7 】

請求項 1 1 に記載の光ピックアップ装置は、前記補正素子は、前記第 1 光源からの光束のみが通過する光路内に配置されており、前記第 1 情報記録媒体の情報記録面に形成される前記第 1 スポットにおける光源の波長が変化した場合の、変化前の最良像面位置における、変化後の集光スポットの波面収差変化量は、前記補正素子により情報の記録及び／又は再生に必要な範囲に抑えられており、前記第 2 情報記録媒体の情報記録面に形成される前記第 2 スポットにおける光源の波長が変化した場合の、変化前の最良像面位置における、変化後の集光スポットの波面収差変化量は、前記集光光学素子により情報の記録及び／又は再生に必要な範囲に抑えられていると好ましい。

【 0 0 1 8 】

請求項 1 2 に記載の光ピックアップ装置は、前記集光光学素子に設けられた回折構造のうち、前記第 1 光情報記録媒体と前記第 2 光情報記録媒体に対して情報の記録及び／又は再生を行う際に共通して光束が通過する領域に存在する回折輪帯の数 N_1 は、

$$4.5 / (3m) \leq N_1 \leq 6.5 / (3m) \quad (5)$$

(但し、 $3m$ は、波長 λ_1 の光束における回折効率が、発生する他の次数の回折光の回折効率より高い次数)
を満たすと好ましい。

【 0 0 1 9 】

請求項 1 3 に記載の光ピックアップ装置は、前記補正素子は、少なくとも一つの光学面に回折構造を有し、前記補正素子の回折構造における回折輪帯数 N_2 は、前記補正素子により生じる波長 λ_1 の回折光のうち、最大の回折効率をとる回折次数を k としたときに、

$$30 / k \leq N_2 \leq 80 / k \quad (6)$$

を満たすと好ましい。

【 0 0 2 0 】

請求項 1 4 に記載の光ピックアップ装置は、前記補正素子の回折構造の回折パ

ワーは負であると好ましい。

【 0 0 2 1 】

請求項 1 5 に記載の光ピックアップ装置は、前記補正素子は、前記第 1 光源からの光束が通過する光路及び前記第 2 光源からの光束が通過する光路内に配置されていると好ましい。

【 0 0 2 2 】

請求項 1 6 に記載の光ピックアップ装置は、前記第 1 情報記録媒体の情報記録面に形成される前記第 1 スポット及び前記第 2 情報記録媒体の情報記録面に形成される前記第 2 スポットにおける光源の波長が変化した場合の、変化前の最良像面位置における、変化後の集光スポットの波面収差変化量は、前記集光光学素子により情報の記録及び／又は再生に必要な範囲に抑えられており、前記第 1 情報記録媒体の情報記録面に形成される前記第 1 スポット及び前記第 2 情報記録媒体の情報記録面に形成される前記第 2 スポットの温度変化により劣化する球面収差は、前記補正素子により情報の記録及び／又は再生に必要な範囲に抑えられていると好ましい。

【 0 0 2 3 】

請求項 1 7 に記載の光ピックアップ装置は、前記第 1 光源からの光束に関する前記集光光学素子の焦点距離 f_1 は、

$$1.8 \text{ mm} \leq f_1 \leq 3.0 \text{ mm} \quad (7)$$

を満たすと好ましい。

【 0 0 2 4 】

請求項 1 8 に記載の光ピックアップ装置は、前記集光光学素子と前記補正素子とを組み合わせた光学系の倍率 m は、

$$3 \leq m \leq 10 \quad (8)$$

を満たすと好ましい。

【 0 0 2 5 】

請求項 1 9 に記載の光ピックアップ装置は、前記光源波長の変動により劣化する球面収差を情報の記録及び／又は再生に必要な範囲に抑えるとは、光源波長 λ が 10 nm 増大したときに、波面収差の球面収差変化量を $0.07 \lambda_{\text{rms}}$ 以下

に抑えることであると好ましい。

【 0 0 2 6 】

請求項 2 0 に記載の光ピックアップ装置は、光源の波長が変化した場合の、変化前の最良像面位置における、変化後の集光スポットの波面収差変化量を、情報の記録及び／又は再生に必要な範囲に抑えるとは、光源波長 λ が 1 n m 変動したときに、変化前の最良像面位置において波面収差を 0.02λ r m s 以下に抑えることであると好ましい。

【 0 0 2 7 】

請求項 2 1 に記載の光ピックアップ装置は、前記温度変化により劣化する球面収差を情報の記録及び／又は再生に必要な範囲に抑えるとは、温度が 30°C 増大したときに、波面収差の球面収差変化量を 0.04λ r m s 以下に抑えることであると好ましい。尚、本明細書中、 λ とは入射光束の光源波長をいうものとする。

【 0 0 2 8 】

請求項 2 2 に記載の光ピックアップ装置は、前記第 1 光情報記録媒体に対して情報を記録及び／または再生するのに必要な前記集光光学素子の像側開口数を $NA1$ としたときに、

$$0.63 \leq NA1 \leq 0.67 \quad (9)$$

を満たすと好ましい。

【 0 0 2 9 】

請求項 2 3 に記載の光ピックアップ装置は、前記第 2 光情報記録媒体に対して情報を記録及び／または再生するのに必要な前記集光光学素子の像側開口数を $NA2$ としたときに、

$$0.63 \leq NA2 \leq 0.67 \quad (10)$$

を満たすと好ましい。

【 0 0 3 0 】

請求項 2 4 に記載の光ピックアップ装置は、前記第 1 光源における温度に対する波長の変動 $\Delta\lambda1 / \Delta T$ は、

$$0.03 \text{ n m} \leq \Delta\lambda1 / \Delta T \leq 0.1 \text{ n m} \quad (11)$$

を満たすと好ましい。

【 0 0 3 1 】

請求項 2 5 に記載の光ピックアップ装置は、前記第 2 光源における温度に対する波長の変動 $\Delta \lambda 2 / \Delta T$ は、

$$0.15 \text{ nm} \leq \Delta \lambda 2 / \Delta T \leq 0.25 \text{ nm} \quad (12)$$

を満たすと好ましい。

【 0 0 3 2 】

請求項 2 6 に記載の光ピックアップ装置は、波長 $\lambda 3$ ($750 \text{ nm} < \lambda 3 < 800 \text{ nm}$) の第 3 光源を有し、前記集光光学系は、前記第 3 光源からの発散光束を、厚さ $t 3$ の保護層を介して第 3 光情報記録媒体の情報記録面に集光させることによって、情報の記録及び／又は再生を行うことが可能となっており、例えば高密度 DVD、従来の DVD に加え、更に CD に対しても情報の記録／再生が可能となる。

【 0 0 3 3 】

請求項 2 7 に記載の光ピックアップ装置は、波長 $\lambda 3$ ($750 \text{ nm} < \lambda 3 < 800 \text{ nm}$) の第 3 光源を有し、前記集光光学系は、前記第 3 光源からの発散光束を、厚さ $t 3$ の保護層を介して第 3 光情報記録媒体の情報記録面に集光させることによって、情報の記録及び／又は再生を行うことが可能となっており、前記第 3 光源からの光束が通過したときに、 $m/2$ 次（但し $m/2$ は整数）回折光の回折効率が、発生する他の次数の回折光の回折効率より高くなると好ましい。

【 0 0 3 4 】

請求項 2 8 に記載の光ピックアップ装置は、波長 $\lambda 3$ ($750 \text{ nm} < \lambda 3 < 800 \text{ nm}$) の第 3 光源を有し、前記集光光学系は、前記第 3 光源からの発散光束を、厚さ $t 3$ の保護層を介して第 3 光情報記録媒体の情報記録面に集光させることによって、情報の記録及び／又は再生を行うことが可能となっており、前記第 3 光源からの光束が通過したときに、 n 次回折光の回折効率が、発生する他の次数の回折光の回折効率より高くなると好ましい。

【 0 0 3 5 】

請求項 2 9 に記載の光ピックアップ装置は、前記第 3 光源からの光束のみが通

過する光路内に、前記第 3 光源からの光束の発散角又は収束角を変更するカップリングレンズを有すると、前記第 3 の光情報記録媒体に対しても適切に情報の記録／再生を行うことができる。

【 0 0 3 6 】

請求項 3 0 に記載の光ピックアップ装置は、波長 λ_1 ($380\text{ nm} < \lambda_1 < 450\text{ nm}$) の第 1 光源と、集光光学系とを有し、前記集光光学系が、回折構造を有する集光光学素子と、前記第 1 光源と前記集光光学素子との間に配置された補正素子とを備え、前記集光光学系が、前記第 1 光源からの光束を、厚さ t_1 の保護層を介して第 1 光情報記録媒体の情報記録面に集光させることによって、情報の記録及び／又は再生を行うことが可能となる光ピックアップ装置において、前記第 1 光情報記録媒体の情報記録面に形成された前記第 1 スポットにおいて前記第 1 光源の波長変化により劣化する球面収差と、温度変化により劣化する球面収差とが、情報の記録及び／又は再生に必要な範囲に抑えられているので、例えば高密度 DVD に対して適切に情報の記録／再生を行うことができる。

【 0 0 3 7 】

請求項 3 1 に記載の光ピックアップ装置は、前記集光光学素子は、前記第 1 光源からの光束を集光するための集光光学素子を含み、前記集光光学素子の少なくとも一つの光学面の一部には、回折構造が形成されており、前記第 1 光源からの光束が前記集光光学素子の回折構造を通過したときに回折効率が最大となる回折光の次数を K_{BOL} とし、前記集光光学素子の回折構造の輪帯数を n_{BOL} としたときに、

$$90 < n_{BOL} \cdot K_{BOL} < 130 \quad (13)$$

を満たすと好ましい。

【 0 0 3 8 】

請求項 3 2 に記載の光ピックアップ装置は、前記補正素子の少なくとも一つの光学面の一部には、回折構造が形成されており、前記第 1 光源からの光束が前記補正素子の回折構造を通過したときに回折効率が最大となる回折光の次数を K_{COL} とし、前記補正素子の回折構造の輪帯数を n_{COL} としたときに、

$$30 < n_{COL} \cdot K_{COL} < 130 \quad (14)$$

を満たすと好ましい。

【 0 0 3 9 】

請求項 3 3 に記載の光ピックアップ装置は、前記第 1 光情報記録媒体の情報記録面に形成された前記第 1 スポットにおいて、光源の波長が変化した場合の、変化前の最良像面位置における、変化後の集光スポットの波面収差変化量が、情報の記録及び／又は再生に必要な範囲に抑えられていると好ましい。

【 0 0 4 0 】

請求項 3 4 に記載の光ピックアップ装置は、前記第 1 光情報記録媒体の保護層の厚さ t_1 は、

$$0.5 \text{ mm} \leq t_1 \leq 0.7 \text{ mm} \quad (15)$$

を満たすと好ましい。

【 0 0 4 1 】

請求項 3 5 に記載の光ピックアップ装置は、前記第 1 光源からの光束に関する前記集光光学素子の焦点距離 f_1 は、

$$1.8 \text{ mm} \leq f_1 \leq 3.0 \text{ mm} \quad (16)$$

を満たすと好ましい。

【 0 0 4 2 】

請求項 3 6 に記載の光ピックアップ装置は、前記集光光学素子と前記補正素子とを組み合わせた光学系の倍率 m は、

$$3 \leq m \leq 10 \quad (17)$$

を満たすと好ましい。

【 0 0 4 3 】

請求項 3 7 に記載の光ピックアップ装置は、前記光源波長の変動により劣化する球面収差を情報の記録及び／又は再生に必要な範囲に抑えるとは、光源波長 λ が 10 nm 増大したときに、波面収差の球面収差変化量を $0.07 \lambda_{\text{rms}}$ 以下に抑えることであると好ましい。

【 0 0 4 4 】

請求項 3 8 に記載の光ピックアップ装置は、光源の波長が変化した場合の、変化前の最良像面位置における、変化後の集光スポットの波面収差変化量を、情報

の記録及び／又は再生に必要な範囲に抑えるとは、光源波長 λ が1 nm変動したときに、変化前の最良像面位置において波面収差を 0.02λ rms以下に抑えることであると好ましい。

【0045】

請求項39に記載の光ピックアップ装置は、前記温度変化により劣化する球面収差を情報の記録及び／又は再生に必要な範囲に抑えるとは、温度が30℃増大したときに、波面収差の球面収差変化量を 0.04λ rms以下に抑えることであると好ましい。

【0046】

請求項40に記載の光ピックアップ装置は、前記第1光情報記録媒体に対して情報を記録及び／または再生するのに必要な前記集光光学素子の像側開口数をNA1としたときに、

$$0.63 \leq NA1 \leq 0.67 \quad (18)$$

を満たすと好ましい。

【0047】

請求項41に記載の光ピックアップ装置は、前記第1光源における温度に対する波長の変動 $\Delta\lambda_1/\Delta T$ は、

$$0.03 \text{ nm} \leq \Delta\lambda_1/\Delta T \leq 0.1 \text{ nm} \quad (19)$$

を満たすと好ましい。

【0048】

本明細書中で用いる「回折構造」とは、集光光学素子又は補正素子の表面に、レリーフを設けて、回折によって光束を集光あるいは発散させる作用を持たせた部分のことをいう。レリーフの形状としては、集光光学素子又は補正素子の表面に、光軸を中心とする略同心円状の輪帯として形成され、光軸を含む平面でその断面をみれば各輪帯は鋸歯のような形状が知られているが、そのような形状を含むものであり、そのような形状を特に「回折輪帯」という。

【0049】

回折構造が、集光光学素子、補正光学素子に2面以上形成されている場合には、回折輪帯数（総輪帯数）は、各面の回折輪帯数と回折次数の掛け合わせの総和

とする。又、同じ面に形成されている回折構造でも、領域毎に回折次数が異なる場合、以下の式で表すものとする。

【数 3】

$$N = \sum_i (k_i \cdot n_i)$$

N : 総輪帯数

k_i : 回折次数

n_i : 最大回折効率を有する回折次数が k_i である輪帯の数

【 0 0 5 0 】

本明細書中において、集光光学素子とは、狭義には光ピックアップ装置に光情報記録媒体を装填した状態において、最も光情報記録媒体側の位置で、これと対向すべく配置される集光作用を有するレンズ（例えば対物レンズ）を指し、広義にはそのレンズと共に、アクチュエータによって少なくともその光軸方向に作動可能なレンズを指すものとする。従って、本明細書中において、集光光学素子の光情報記録媒体側（像側）の開口数 NA とは、集光光学素子の最も光情報記録媒体側に位置する面の開口数 NA を指すものである。また、本明細書中では必要開口数 NA は、それぞれの光情報記録媒体の規格で規定されている開口数、あるいはそれぞれの光情報記録媒体に対して、使用する光源の波長に応じ、情報の記録または再生をするために必要なスポット径を得ることができる回折限界性能の対物レンズの開口数を示すものとする。

【 0 0 5 1 】

本明細書中において、第 1 光情報記録媒体とは、例えば、高密度 DVD 系の光ディスクをいい、第 2 光情報記録媒体とは、再生専用を用いる DVD-ROM, DVD-Video の他、再生／記録を兼ねる DVD-RAM, DVD-R, DVD-RW 等の各種 DVD 系の光ディスクを含むものである。又、第 3 光情報記録媒体とは、CD-R, CD-RW 等の CD 系の光ディスクをいう。更に、本明細書中で保護層の厚さ t といった時は、 $t = 0$ を含むものである。

【 0 0 5 2 】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して、本発明をさらに詳細に説明する。図1は、高密度DVD（第1の光ディスク）と従来のDVD（第2の光ディスク）の双方に対して情報の記録／再生を行える、第1の実施の形態にかかる光情報記録再生装置又は光ピックアップ装置の概略構成図である。図1においては、第1光源としての第1半導体レーザ111（波長 $\lambda_1 = 380\text{nm} \sim 450\text{nm}$ ）から出射された光束は、1/4波長板113及び第1のビームスプリッタ114を透過し、補正素子であるコリメータ115で平行光束に変換された後、更に第2のビームスプリッタ116を通過し、さらに絞り17によって絞られ、集光光学素子としての対物レンズ16により第1の光ディスク20の保護層21（厚さ $t_1 = 0.5 \sim 0.7\text{mm}$ ）を介して情報記録面22に集光される。

【0053】

そして情報記録面22で情報ピットにより変調されて反射した光束は、再び対物レンズ16、絞り17を透過して、第2のビームスプリッタ116、コリメータ115を通過し、第1のビームスプリッタ114に入射し、ここで反射され、シンドリカルレンズ117で非点収差が与えられ、凹レンズ118を介して光検出器119上へ入射し、その出力信号を用いて、第1の光ディスク20に情報記録された情報の読み取り信号が得られる。

【0054】

また、光検出器119上でのスポットの形状変化、位置変化による光量変化を検出して、合焦検出やトラック検出を行う。この検出に基づいて2次元アクチュエータ（不図示）が第1の半導体レーザ111からの光束を第1の光ディスク20の記録面22上に結像するように対物レンズ16を移動させると共に、半導体レーザ111からの光束を所定のトラックに結像するように対物レンズ16を移動させる。

【0055】

一方、第2半導体レーザ121（波長 $\lambda_2 = 600\text{nm} \sim 700\text{nm}$ ）から出射された光束は、1/4波長板123及び第3のビームスプリッタ124を透過し、補正素子であるコリメータ125で平行光束に変換された後、更に第2のビ

ームスプリッタ 1 1 6 を通過し、さらに絞り 1 7 によって絞られ、対物レンズ 1 6 により第 2 の光ディスク 2 0 の保護層 2 1 (厚さ $t_2 = 0.5 \sim 0.7 \text{ mm}$) を介して情報記録面 2 2 に集光される。

【 0 0 5 6 】

そして情報記録面 2 2 で情報ピットにより変調されて反射した光束は、再び対物レンズ 1 6、絞り 1 7 を透過して、第 2 のビームスプリッタ 1 1 6 に入射し、ここで反射され、コリメータ 1 2 5 を通過し、第 3 のビームスプリッタ 1 2 4 に入射し、更に反射され、シリンドリカルレンズ 1 2 7 で非点収差が与えられ、凹レンズ 1 2 8 を介して光検出器 1 2 9 上へ入射し、その出力信号を用いて、第 2 の光ディスク 2 0 に情報記録された情報の読み取り信号が得られる。

【 0 0 5 7 】

また、光検出器 1 2 9 上でのスポットの形状変化、位置変化による光量変化を検出して、合焦検出やトラック検出を行う。この検出に基づいて 2 次元アクチュエータ (不図示) が第 2 の半導体レーザ 1 2 1 からの光束を第 2 の光ディスク 2 0 の記録面 2 2 上に結像するように対物レンズ 1 6 を移動させると共に、半導体レーザ 1 2 1 からの光束を所定のトラックに結像するように対物レンズ 1 6 を移動させる。

【 0 0 5 8 】

尚、図 1 では第 1 半導体レーザ 1 1 1 と対物レンズ 1 6 との間、及び第 2 半導体レーザ 1 2 1 と対物レンズ 1 6 との間の光路内に、それぞれ補正素子としてのコリメータ 1 1 5、1 2 5 を挿入しているが、補正機能を備えたコリメータを、いずれかの光路内に挿入しても良い。後述する実施例では、コリメータ 1 2 5 のみに補正機能を持たせた場合 (実施例 1) と、コリメータ 1 1 5 のみに補正機能を持たせた場合 (実施例 2) とを示している。

【 0 0 5 9 】

図 2 は、高密度 DVD のみに対して情報の記録／再生を行う、第 2 の実施の形態にかかる光情報記録再生装置又は光ピックアップ装置の概略構成図である。図 2 においては、第 1 光源としての第 1 半導体レーザ 1 1 1 (波長 $\lambda_1 = 380 \text{ nm} \sim 450 \text{ nm}$) から出射された光束は、1/4 波長板 1 1 3 及びビームスプリ

ッタ 1 1 4 を透過し、補正素子であるコリメータ 1 1 5 で平行光束に変換された後、さらに絞り 1 7 によって絞られ、集光光学素子としての対物レンズ 1 6 により第 1 の光ディスク 2 0 の保護層 2 1 (厚さ $t_1 = 0.5 \sim 0.7 \text{ mm}$) を介して情報記録面 2 2 に集光される。

【 0 0 6 0 】

そして情報記録面 2 2 で情報ピットにより変調されて反射した光束は、再び対物レンズ 1 6、絞り 1 7 を透過して、コリメータ 1 1 5 を通過し、ビームスプリッタ 1 1 4 に入射し、ここで反射され、シリンドリカルレンズ 1 1 7 で非点収差が与えられ、凹レンズ 1 1 8 を介して光検出器 1 1 9 上へ入射し、その出力信号を用いて、第 1 の光ディスク 2 0 に情報記録された情報の読み取り信号が得られる。

【 0 0 6 1 】

また、光検出器 1 1 9 上でのスポットの形状変化、位置変化による光量変化を検出して、合焦検出やトラック検出を行う。この検出に基づいて 2 次元アクチュエータ (不図示) が第 1 の半導体レーザ 1 1 1 からの光束を第 1 の光ディスク 2 0 の記録面 2 2 上に結像するように対物レンズ 1 6 を移動させると共に、半導体レーザ 1 1 1 からの光束を所定のトラックに結像するように対物レンズ 1 6 を移動させる。

【 0 0 6 2 】

以下、上述の実施の形態に好適な実施例について説明する。

対物レンズの両面は〔数 1〕で示される非球面である。ただし、 Z は光軸方向の軸で、 h は光軸からの高さ、 r は近軸曲率半径、 κ は円錐係数、 A_{2i} は非球面係数である。

〔数 1〕

$$Z = \frac{(h^2 / r)}{1 + \sqrt{1 - (1 + \kappa)(h/r)^2}} + \sum_{i=1}^9 A_i h^{2i}$$

【 0 0 6 3 】

更に、対物レンズの光源側非球面の表面には回折構造が一体で形成されている。この回折構造は、ブレイズ化波長 λ_B に対する光路差関数 Φ により単位をmmとして〔数2〕で表される。この2次係数が回折部分の近軸的なパワーが表される。また、2次以外の係数、例えば4次、6次係数等で球面収差を制御できる。ここで制御できるとは、屈折部分が有する球面収差を回折部分で逆特性の球面収差を持たせてトータルとして球面収差を補正したり、回折部分の波長依存性を利用して、入射波長によって球面収差を補正したりフレアを生じさせたりすることができる。この場合、温度変化時の球面収差も、屈折部分の球面収差の温度変化と回折部分の球面収差変化のトータルと考えることが出来る。

〔数2〕

$$\Phi = \sum_{i=1}^{\infty} c_{2i} h^{2i} \quad (\text{mm})$$

【 0 0 6 4 】

(実施例1)

本実施例は、図1における第2の半導体レーザ121と対物レンズ16の間の光路内にのみ補正素子としてのコリメータ125を挿入した場合（すなわちコリメータ115には補正機能なし）に好適な実施例である。表1、2に、本実施例にかかる集光光学系（対物レンズ+コリメータ）のレンズデータを示す。表1、2より明らかであるが、対物レンズ16において、第1半導体レーザ111と第2半導体レーザ121とが通過する領域（共用領域という）に回折構造が設けられ、またコリメータ125にも回折構造が設けられている。尚、これ以降（表のレンズデータ含む）において、10のべき乗数（例えば、 2.5×10^{-3} ）を、E（例えば、 $2.5 \times E^{-3}$ ）を用いて表すものとする。

【表 1】

実施例 1 レンズデータ

対物レンズの焦点距離

$f_1=2.4\text{mm}$

$f_2=2.46\text{mm}$

像面側開口数

NA1:0.65

NA2:0.65

第i面	r_i	$d_i(407\text{nm})$	$n_i(407\text{nm})$	$d_i(655\text{nm})$	$n_i(655\text{nm})$	
0		∞		12.75		
1	-8.67751			1.5	1.540513	
2	-3.85279			5.1	1.0	
3	∞	0.0	1.0	0.0	1.0	絞り径 $\phi 3.192\text{mm}$
4	1.59131	1.60000	1.524609	1.60000	1.506732	
4'	2.16692	0.15126	1.524609	0.15126	1.506732	
5	-5.85891	1.12000	1.0	1.16000	1.0	
5'	-5.51220		1.0		1.0	
6	∞	0.6	1.61869	0.6	1.57752	
7	∞					

* d_i は、第i面から第i+1面までの変位を表す。

* d_4' 、 d_5' はそれぞれ第4面から第4'面、第5面から第5'面までの変位を表す。

【表 2】

非球面データ

第1面 (DVD専用)

非球面係数

κ	$-2.7276 \times E-0$	
A1	$-4.5283 \times E-4$	P1 4.0
A2	$+1.3214 \times E-4$	P2 6.0
光路差関数 (光路差関数の係数: 基準波長1mm)		
C2	$+1.6614 \times E+1$	
C4	$+3.3501 \times E-0$	
C6	$+1.5629 \times E-0$	
C8	$+3.2769 \times E-2$	
C10	$-2.7011 \times E-2$	

第2面 (DVD専用)

非球面係数

κ	$-0.1000 \times E-0$	
A1	$-1.4368 \times E-3$	P1 4.0
A2	$-8.1143 \times E-4$	P2 6.0

第4面 ($0 < h < 1.56\text{mm}$: HD-DVD/DVD共有領域)

非球面係数

κ	$-7.4653 \times E-1$	
A1	$+8.3080 \times E-3$	P1 4.0
A2	$-8.7702 \times E-4$	P2 6.0
A3	$+1.3463 \times E-3$	P3 8.0
A4	$-7.9116 \times E-4$	P4 10.0
A5	$+2.9845 \times E-4$	P5 12.0
A6	$-6.6527 \times E-5$	P6 14.0
光路差関数 (光路差関数の係数: 基準波長1mm)		
C2	$-1.2851 \times E-1$	
C4	$-1.8026 \times E-0$	
C6	$-1.1807 \times E-2$	
C8	$-1.0354 \times E-1$	
C10	$+4.8953 \times E-3$	

第4面 ($1.56\text{mm} < h$: DVD専用領域)

非球面係数

κ	$-7.4653 \times E-1$	
A1	$+8.3080 \times E-3$	P1 4.0
A2	$-8.7702 \times E-4$	P2 6.0
A3	$+1.3463 \times E-3$	P3 8.0
A4	$-7.9116 \times E-4$	P4 10.0
A5	$+2.9845 \times E-4$	P5 12.0
A6	$-6.6527 \times E-4$	P6 14.0
光路差関数 (光路差関数の係数: 基準波長1mm)		
C2	$-4.0492 \times E+1$	
C4	$+1.2757 \times E-0$	
C6	$+2.8435 \times E-0$	
C8	$+1.0392 \times E-0$	
C10	$-9.0342 \times E-1$	

第5面 ($0 < h < 1.287\text{mm}$)

非球面係数

κ	$-9.6287 \times E+1$	
A1	$-3.4537 \times E-2$	P1 4.0
A2	$+1.2630 \times E-2$	P2 6.0
A3	$-9.0327 \times E-3$	P3 8.0
A4	$+2.2022 \times E-3$	P4 10.0
A5	$-1.0621 \times E-4$	P5 12.0
A6	$-3.1979 \times E-5$	P6 14.0

第5面 ($1.287\text{mm} < h$)

非球面係数

κ	$-1.5903 \times E+2$	
A1	$+8.4430 \times E-4$	P1 4.0
A2	$+1.2839 \times E-2$	P2 6.0
A3	$-9.6961 \times E-3$	P3 8.0
A4	$+1.9433 \times E-3$	P4 10.0
A5	$-8.6437 \times E-5$	P5 12.0
A6	$-1.8294 \times E-5$	P6 14.0

【 0 0 6 5 】

本実施例の仕様は、以下の通りである。

- (1) 対物レンズ共用領域回折輪帯数 $N1 : 45$
- (2) コリメータ輪帯数 (2次回折) $N2 : 18$
- (3) 高密度DVD (第1光ディスク) 側光学系倍率 $m : 6$
- (4) 保護層の厚さ $t1, t2 : 0.6 \text{ mm}$

【 0 0 6 6 】

(実施例2)

本実施例は、図1における第1の半導体レーザ111と対物レンズ16の間の光路内にのみ補正素子としてのコリメータ115を挿入した場合 (すなわちコリメータ125には補正機能なし) に好適な実施例である。表3、4に、本実施例にかかる集光光学系 (対物レンズ+コリメータ) のレンズデータを示す。

【表3】

実施例2 レンズデータ

対物レンズの焦点距離
像面側開口数

$f_1=2.4\text{mm}$ $f_2=2.46\text{mm}$
 $NA1:0.65$ $NA2:0.65$

第i面	r_i	$d_i(407\text{nm})$	$n_i(407\text{nm})$	$d_i(655\text{nm})$	$n_i(655\text{nm})$	
0		12.79		∞		
1	-8.3107	1.5	1.542771			
2	-4.7378	5.1	1.0			
3	∞	0.0	1.0	0.0	1.0	絞り径 $\phi 3.192\text{mm}$
4	1.54227	1.60000	1.542771	1.60000	1.52915	
4'	2.09495	0.15126	1.542771	0.15126	1.52915	
5	-5.85469	1.14000	1.0	1.07000	1.0	
6	∞	0.6	1.61869	0.6	1.57752	
7	∞					

* d_i は、第i面から第i+1面までの変位を表す。

* $d_{4'}$ は第4面から第4'面までの変位を表す。

【表 4】

非球面データ

第1面 (HD-DVD専用)

非球面係数

$\kappa +3.5236 \times E-0$

$A1 -7.4347 \times E-4$

$P1 4.0$

$A2 -1.1113 \times E-3$

$P2 6.0$

光路差関数 (光路差関数の係数: 基準波長1mm)

$C2 -1.7730 \times E+1$

$C4 +1.6436 \times E-0$

$C6 -1.2341 \times E-0$

$C8 +5.5958 \times E-2$

$C10 +5.8919 \times E-2$

第2面 (HD-DVD専用)

非球面係数

$\kappa +2.9191 \times E-0$

$A1 +2.1252 \times E-3$

$P1 4.0$

$A2 +3.1469 \times E-4$

$P2 6.0$

第4面 ($0 < h < 1.56\text{mm}$: HD-DVD/DVD共有領域)

非球面係数

$\kappa -7.6953 \times E-1$

$A1 +8.4000 \times E-3$

$P1 4.0$

$A2 -9.2000 \times E-4$

$P2 6.0$

$A3 +1.6657 \times E-3$

$P3 8.0$

$A4 -7.3116 \times E-4$

$P4 10.0$

$A5 +2.3051 \times E-4$

$P5 12.0$

$A6 -5.7188 \times E-5$

$P6 14.0$

光路差関数 (光路差関数の係数: 基準波長1mm)

$C2 -2.6573 \times E-0$

$C4 -1.0803 \times E-0$

$C6 -2.5559 \times E-1$

$C8 +8.6007 \times E-2$

$C10 -2.9751 \times E-2$

第4'面 ($1.56\text{mm} < h$: DVD専用領域)

非球面係数

$\kappa -4.0617 \times E-0$

$A1 -5.2846 \times E-3$

$P1 4.0$

$A2 +6.8538 \times E-3$

$P2 6.0$

$A3 +2.5685 \times E-2$

$P3 8.0$

$A4 +7.6026 \times E-3$

$P4 10.0$

$A5 -5.6376 \times E-4$

$P5 12.0$

$A6 +1.9688 \times E-4$

$P6 14.0$

光路差関数 (光路差関数の係数: 基準波長1mm)

$C2 -3.5650 \times E+1$

$C4 +6.2611 \times E-0$

$C6 +3.8905 \times E-0$

$C8 +1.1623 \times E-0$

$C10 -9.3398 \times E-1$

第5面

非球面係数

$\kappa -7.5809 \times E+1$

$A1 -2.8052 \times E-3$

$P1 4.0$

$A2 +1.3670 \times E-2$

$P2 6.0$

$A3 -9.5656 \times E-3$

$P3 8.0$

$A4 +1.7676 \times E-3$

$P4 10.0$

$A5 +2.9457 \times E-4$

$P5 12.0$

$A6 -1.1557 \times E-4$

$P6 14.0$

【 0 0 6 7 】

本実施例の仕様は、以下の通りである。

- (1) 対物レンズ共用領域回折輪帯数 $N1 : 16$
- (2) コリメータ輪帯数 (2 次回折) $N2 : 18$
- (3) 高密度 DVD (第 1 光ディスク) 側光学系倍率 $m : 6$
- (4) 保護層の厚さ $t1, t2 : 0.6 \text{ mm}$

【 0 0 6 8 】

以上の実施例の各波面収差は、表 5 に示すように良好なものとなった。

【表 5】

- ① 基準状態で最良像面位置における、波長変化 $\Delta\lambda = +1\text{nm}$ 時の波面収差
- ② 波長変化 $\Delta\lambda = +10\text{nm}$ 時の最良像面位置における波面収差
- ③ 温度変化 $\Delta T = 30^\circ\text{C}$ 時の最良像面位置における波面収差

	実施例 1		実施例 2	
	第 1 の光ディスク	第 2 の光ディスク	第 1 の光ディスク	第 2 の光ディスク
①	0.018	0.003	0.013	0.002
②	0.038	0.008	0.036	0.022
③	0.028	0.017	0.024	0.01

【 λ 】

【 0 0 6 9 】

(実施例 3)

本実施例は、図 2 に示す光ピックアップ装置に好適な実施例である。表 6, 7 に、本実施例にかかる集光光学系 (対物レンズ + コリメータ) のレンズデータを示す。尚、表 6 には、集光光学素子である対物レンズ 16 のレンズデータを示し、表 7 には、補正素子であるコリメータ 115 のレンズデータを示す。

【表 6】

実施例 3 レンズデータ (対物レンズ 1)
f1=2.4mm
NA:0.65

第i面	ri	di	ni (405nm)	
0		∞		
1	∞	0.0	1.0	絞り径 $\phi 3.22\text{mm}$
2	1.45460	1.50000	1.52461	
3	-6.04260	1.17774	1.0	
4	∞	0.6	1.62	
5	∞			

*diは、第i面から第i+1面までの変位を表す。

非球面データ
第2面

非球面係数

κ	$-1.9937 \times E-0$	
A1	$+1.6862 \times E-2$	P1 4.0
A2	$+2.4659 \times E-2$	P2 6.0
A3	$-8.4628 \times E-3$	P3 8.0
A4	$-2.6596 \times E-4$	P4 10.0
A5	$+2.7611 \times E-4$	P5 12.0
A6	$-3.5091 \times E-5$	P6 14.0

光路差関数 (光路差関数の係数 : 基準波長 1mm)

C4	$-5.6672 \times E+1$
C6	$+4.5666 \times E+1$
C8	$-1.8280 \times E+1$
C10	$+2.5654 \times E-0$

第3面

非球面係数

κ	$+5.0000 \times E+1$	
A1	$+1.0025 \times E-2$	P1 4.0
A2	$+4.2022 \times E-3$	P2 6.0
A3	$-6.3019 \times E-3$	P3 8.0
A4	$+2.5320 \times E-3$	P4 10.0
A5	$-5.4683 \times E-4$	P5 12.0
A6	$+5.2137 \times E-5$	P6 14.0

【表 7】

実施例 3 レンズデータ (対物レンズ 1 用のコリメータ 1)
f=14.4mm

第 i 面	ri	di	ni (405nm)	
0		∞		
1	∞	0.0	1.0	絞り径 $\phi 3.22\text{mm}$
2	5.42216	1.50000	1.52461	
3	11.0102	13.0275	1.0	
4	∞		1.0	

*diは、第i面から第i+1面までの変位を表す。

非球面データ

第2面

非球面係数

$$K +4.5254 \times E-0$$

$$A1 -2.0556 \times E-3$$

$$A2 -8.4275 \times E-4$$

$$P1 4.0$$

$$P2 6.0$$

第3面

光路差関数 (光路差関数の係数 : 基準波長 1mm)

$$C2 -2.1495 \times E+1$$

$$C4 +1.4345 \times E-0$$

$$C6 -1.1092 \times E-0$$

$$C8 -1.1630 \times E-1$$

$$C10 +4.7356 \times E-2$$

【0 0 7 0】

本実施例の仕様は、以下の通りである。

- (1) 対物レンズ回折輪帯数 (1 次回折) N 1 : 1 0 0
- (2) コリメータ輪帯数 (1 次回折) N 2 : 3 9
- (3) 第 1 光ディスク側光学系倍率 m : 6
- (4) 保護層の厚さ t 1, t 2 : 0. 6 mm

【0 0 7 1】

(実施例 4)

本実施例も、図 2 に示す光ピックアップ装置に好適な実施例である。表 8 に、本実施例にかかるコリメータ 1 1 5 のレンズデータを示す。尚、対物レンズ 1 6 のレンズデータは、実施例 3 の表 6 に示すものと同じである。

【表 8】

実施例 4 レンズデータ (対物レンズ 1 用のコリメータ 2)
f=14.4mm

第 i 面	ri	di	ni (405nm)	
0		∞		
1	∞	0.0	1.0	絞り径 $\phi 3.22\text{mm}$
2	5.37212	1.50000	1.52461	
3	11.2778	12.8918	1.0	
4	∞		1.0	

*diは、第 i 面から第 i+1 面までの変位を表す。

非球面データ
第 2 面

非球面係数

$\kappa +4.3443 \times E-0$
 $A1 -2.3164 \times E-3$ P1 4.0
 $A2 -1.1874 \times E-3$ P2 6.0

第 3 面

光路差関数 (光路差関数の係数 : 基準波長 1mm)

$C2 -1.8815 \times E+1$
 $C4 +2.8757 \times E-0$
 $C6 -1.8681 \times E-0$
 $C8 +1.2050 \times E-1$
 $C10 +4.5833 \times E-2$

【 0 0 7 2 】

本実施例の仕様は、以下の通りである。

- (1) 対物レンズ回折輪帯数 (1 次回折) N 1 : 1 0 0
- (2) コリメータ輪帯数 (1 次回折) N 2 : 4 8
- (3) 第 1 光ディスク側光学系倍率 m : 6
- (4) 保護層の厚さ t 1, t 2 : 0. 6 mm

【 0 0 7 3 】

以上の実施例の各波面収差は、表 9 に示すように良好なものとなった。

【表 9】

- ① 基準状態で最良像面位置における、波長変化 $\Delta \lambda = +1\text{nm}$ 時の波面収差
 ② 波長変化 $\Delta \lambda = +10\text{nm}$ 時の最良像面位置における波面収差
 ③ 温度変化 $\Delta T = 30^\circ\text{C}$ 時の最良像面位置における波面収差

	実施例 3		実施例 4	
	第1の光ディスク		第1の光ディスク	
①	0.004		0.006	
②	0.047		0.065	
③	0.022		0.012	

[λ]

【 0 0 7 4 】

【発明の効果】

本発明によれば、コンパクトな構成を有しながらも、高密度 DVD に対して、或いは高密度 DVD と従来の DVD の双方に対して適切に情報の記録及び／再生を行える光ピックアップ装置及び、それに用いることのできる集光光学系を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

第 1 の実施の形態にかかる光情報記録再生装置又は光ピックアップ装置の概略構成図である。

【図 2】

第 2 の実施の形態にかかる光情報記録再生装置又は光ピックアップ装置の概略構成図である。

【符号の説明】

1 6 対物レンズ

1 7 絞り

2 0 光ディスク

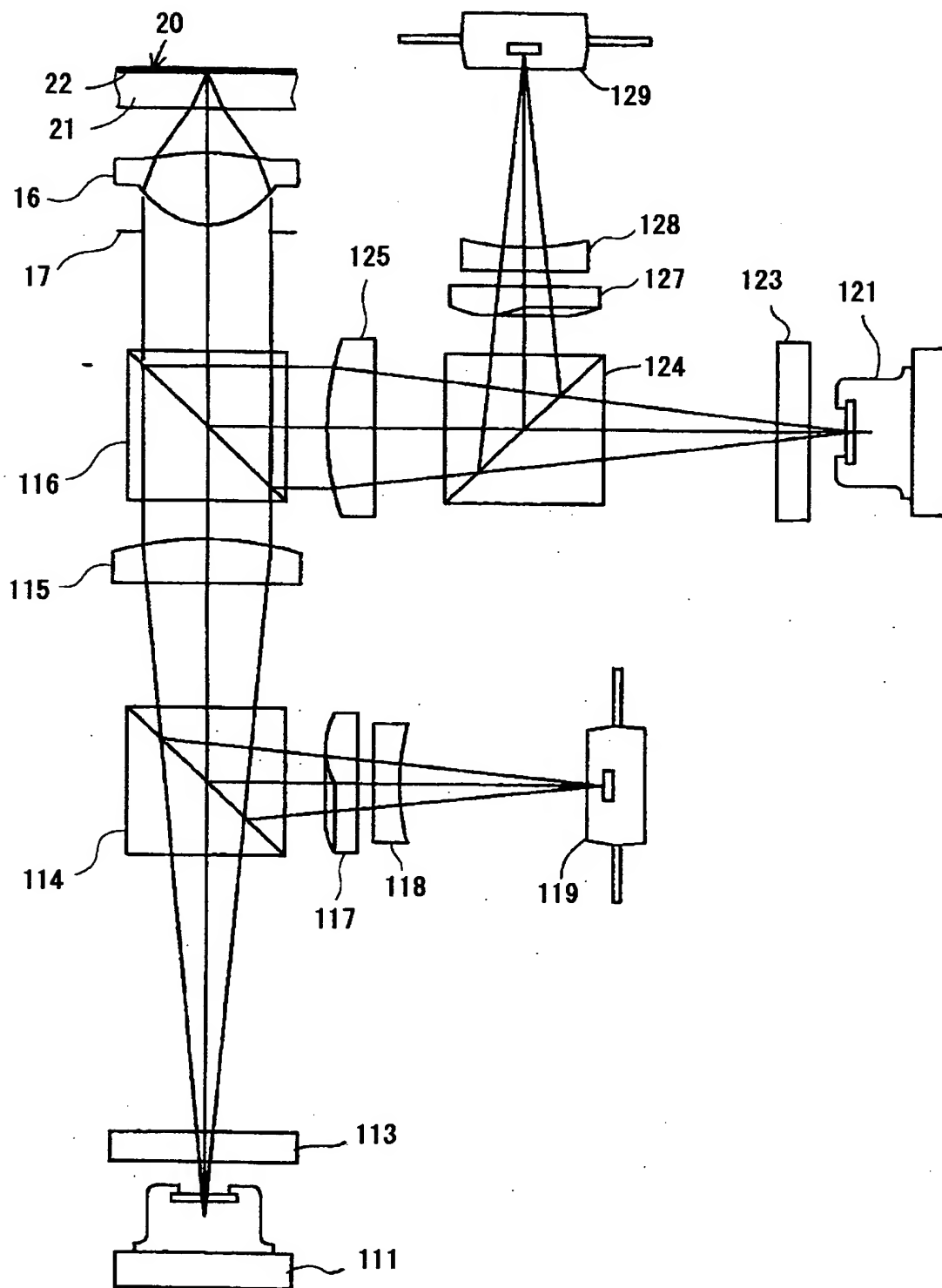
1 1 1, 1 2 1 半導体レーザ

1 1 5, 1 2 5 コリメータ

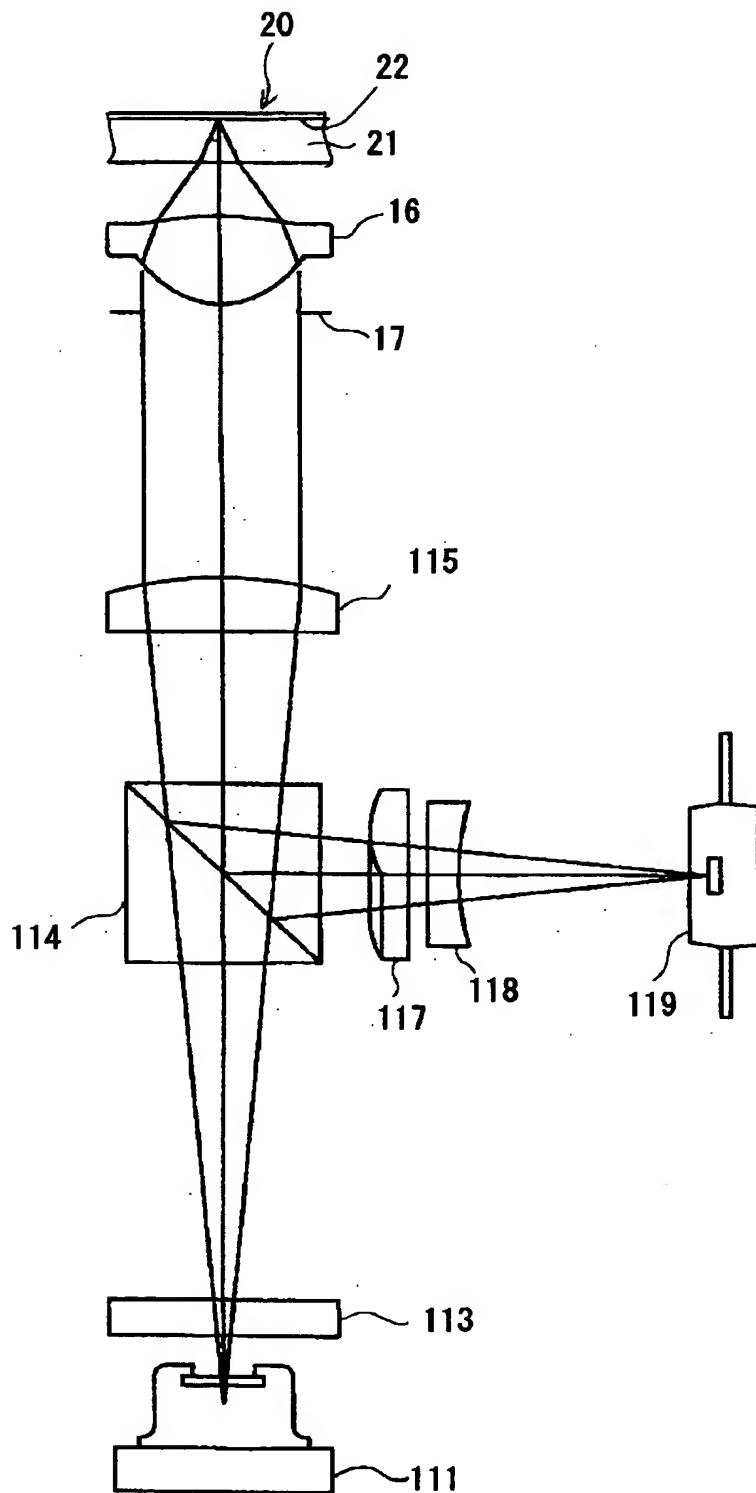
1 1 9, 1 2 9 光検出器

【書類名】 図面

【図1】



【図 2】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

コンパクトな構成を有しながらも、高密度DVDに対して、或いは高密度DVDと従来のDVDの双方に対して適切に情報の記録及び／再生を行える光ピックアップ装置及び、それに用いることのできる集光光学系を提供する。

【解決手段】

対物レンズ16単体のみでは、波長 λ_1 の半導体レーザ111からの光束と、波長 λ_2 の半導体レーザ121からの光束の双方に対して、各条件において収差劣化のない集光スポットを形成することが困難という実情に鑑み、本発明では、対物レンズ16の回折構造と、コリメータ115、125とを用いて、各収差劣化をバランス良く抑えることで、例えば高密度DVDと従来のDVDの双方に対して適切に情報の記録及び／再生を行うようにしている。

【選択図】 図1

認 定 ・ 付 加 情 報

特許出願の番号	特願 2 0 0 2 - 2 5 2 9 8 6
受付番号	5 0 2 0 1 2 9 5 1 8 9
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0 0 9 0
作成日	平成 1 4 年 9 月 4 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】	平成14年 8月30日
-------	-------------

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 1 2 7 0]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 1 4 日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都新宿区西新宿 1 丁目 2 6 番 2 号

氏 名 コニカ株式会社